

都市ガス幹線建設・推進部分の既設杭調査への非破壊探査技術の適用事例

東京ガス(株) 北部幹線建設事務所 堀内俊宏
 (株)青木建設 研究所 土木研究室 正会員 ○孫 建生
 (株)テクノコンサルタント 玉井拓夫
 (株)青木建設 企画エンジニアリング部 正会員 坂本浩之

1. はじめに

本工事は、都市ガス幹線建設のためボックスカルバートのアンダーパスを推進工事で行うものであった。事前調査の結果では、ボックスカルバートの基礎構造について情報が得られなかったため、高周波衝撃弾性波システムを用いて、基礎杭有無の確認、杭位置及び長さの探査を実施した。更に、この探査法の有効性を確認するため、施工時に立坑から水平ボーリングを行い、杭位置探査の信憑性を検証した。

2. 技術概要

このシステムは、主にコンクリート構造物を対象とした内部亀裂・先端位置を探知する非破壊探査方法¹⁾である。この方法は発信側に衝撃波を、受信側に高周波数範囲の共振周波数を持つ圧電センサを用い、対象とする先端部または亀裂で最も卓越して反射する特定の周波数範囲²⁾をフィルター機能で選択し、センサ位置からの反射波位置を特定する方法である。

探査方法は、探査対象に圧電センサを設置し、センサ近傍を鋼製ハンマーにより打撃を与え、得られた反射波の走行時間から先端部又は亀裂位置を算出するものである。高周波数弾性波の高い指向性と構造物表面での高い減衰特性を利用して、フーチング等他の構造物が介在する場合でも、杭の有無や位置、その長さを特定することができるのが特徴である。

3. 探査方法

図-1 にボックスカルバート断面及び探査列を示す。杭の有無、位置が全く不明なため、高周波衝撃弾性波システムの指向性と実績を考慮して、左・右岸側壁列及び内側の底版面のA列で行った。側壁列では、直下の杭の有無を検出することを目的とし、A列ではボックス底版下の杭配列が3列か4列かを初期判断するために設けたものである。実際の探査では、センサを左・右側壁列及びA列上に50cm間隔に付け替え、センサの指向性を利用してセンサを中心に左右で打撃し、それぞれの反射波の再現性を十分に確認して行った。

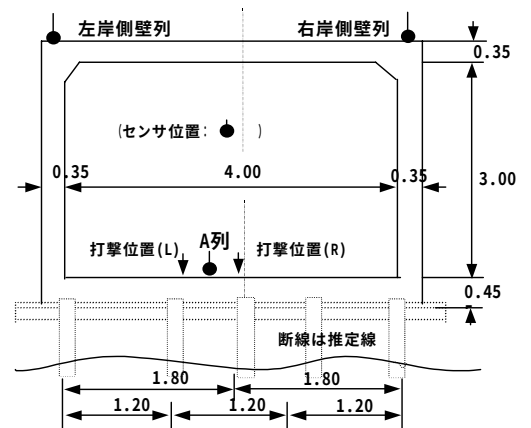


図-1 ボックスカルバート断面及び探査列

4. 探査結果

(1) 杭の有無及び杭長 探査の結果、右岸側壁列における探査波形例を図-2、図-3に示す。横軸に伝播時間、縦軸は電圧を示す。図-2は打撃時の初期衝撃波が見られるが、その後に反射波が見られないことから杭は無いと判断される。一方、図-3では杭先端部から明瞭な反射波が得られている。また、伝播時間が5.24msであることからRC杭であると仮定し、伝播速度を3,800m/secに設定する。右岸側壁列位置から杭先端部までの距離は、 $(5.24\text{ms} \times 3,800\text{m/sec})/2 = 9.95\text{m}$ と算定された。したがって、杭長は $9.95\text{m} - 3.80\text{m} = 6.15\text{m}$ と判断された。

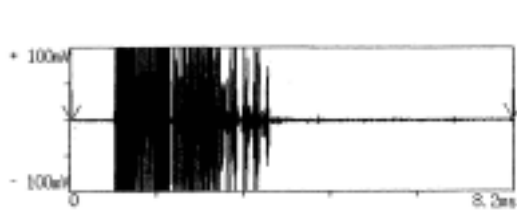


図-2 杭の先端部が得られない反射波例

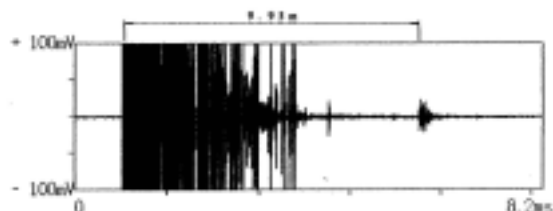


図-3 杭の先端部が得られた反射波例

キーワード： 非破壊探査、非破壊検査、高周波衝撃弾性波法、基礎杭探査、反射波

連絡先： 〒331-0812 埼玉県さいたま市北区宮原町2-18-7 東京ガス(株) 北部幹線建設事務所 TEL 048-667-8128

〒870-0107 大分県大分市大字海原700番地 (株)テクノコンサルタント TEL 097-527-5111

〒150-8320 東京都渋谷区渋谷二丁目17番3号 (株)青木建設 企画エンジニアリング部 TEL 03-3407-8547

(2) 杭位置の推定 図-4 は、杭位置の探査結果の平面図である。L,R は打撃位置を示す。打撃によって得られた杭先端部からの反射波が、明確に得られる場合は○、明確でないが得られる場合は△、反射波が得られない場合は×として区分し位置を表した。これらの探査結果から、右、左岸側壁列の直下の杭間隔は約1.3mと推定された。一方、A列では明確な反射波が得られなかったため、センターB列を追加し探査を行った。その結果、杭先端部から明確な反射波が得られた。したがって、杭間隔は約2.6mと推定された。

(3) 水平ボーリングによる杭位置の確認

探査結果では、杭間が約80cm程度であったことから60cmの鞘管を用いた杭間推進を行い、杭位置の探査精度と信憑性の確認及び推進ライン上の障害物の有無を調べるため、立坑築造後、推進レベルで水平ボーリングにより確認した。その結果、推進ルート上に基礎杭が確認された。図-5は探査結果と水平ボーリング結果の比較である。探査で推定された8本の杭位置に6本の杭が確認された。図-6は推定された杭位置と水平ボーリングで確認された杭位置の詳細比較である。杭位置については、誤差があるものの杭芯のずれは19～44cm程度である。その誤差の原因としては、探査列方向のセンサ間隔が50cmと大きいこと探査列に直角方向の探査列が等間隔でないこと、介在する構造物(ボックスカルバート)壁が3.8mと高く、指向性による誤差が生じたこと、更に水平ボーリングの誤差によるものと考えられる。

5. まとめ

高周波衝撃弾性波システムにより推進計画に非常に有効な情報を得ることができた。事前情報が全く無い現場では、この探査方法は設計・施工計画立案段階において有効な手段となると考えられる。実施工では測定誤差を考慮に入れたうえで推進工法、推進ラインや推進径などにおいて、慎重な判断が必要である。また水平ボーリングなど別の探査方法を適宜行うことで探査の信頼性を向上させることが望ましいと考えられる。

【参考文献】

- 1) 財団法人先端建設技術センター：オーリス(非破壊探査システム)先端建設技術・技術審査証明報告書、平成9年3月17日。
- 2) 特許庁：特許第2877759号、杭または構造物の動的診断方法、平成11年1月22日取得。
- 3) 孫 建生、塩月隆久、永井哲夫、池尻 健：地震被害を受けた基礎杭の損傷度の非破壊探査システム開発、第52回土木学会年次学術講演概要集、52-IV、pp.430-431、1997。

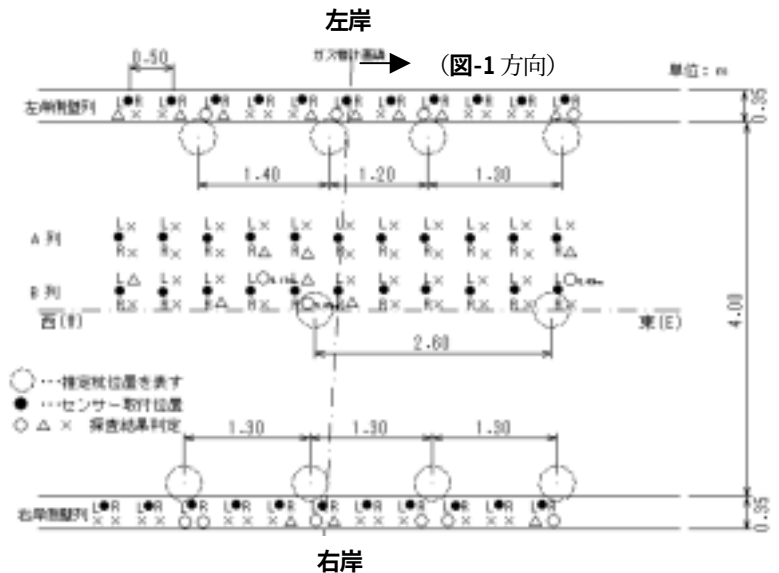


図-4 杭位置の探査結果平面図

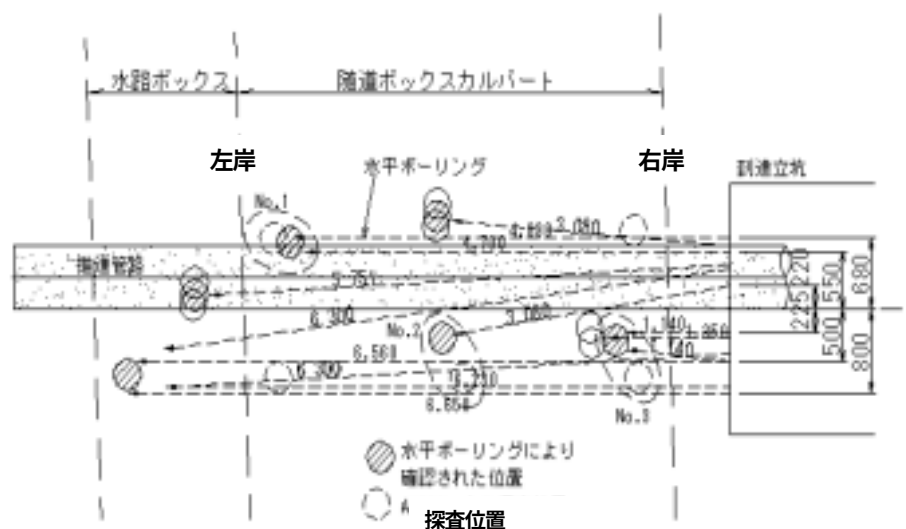


図-5 探査結果と水平ボーリング結果の比較

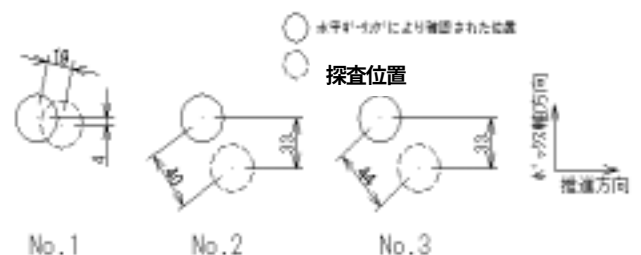


図-6 探査結果の杭位置の詳細比較 (単位:cm)